閾値型ディーラーモデルによる為替市場のシミュレーション(経済物理学II-社会・経済への物理学的アプローチ-,京都大学基礎物理学研究所2005年度後期研究会)

山田, 健太; 高安, 秀樹; 高安, 美佐子

閾値型ディーラーモデルによる為替市場のシミュレーション

[a] 東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム専攻
[b] ソニーコンピュータサイエンス研究所
山田 健太[a], 高安 秀樹[b], 高安 美佐子[a]

概要 近年，高頻度時系列データを用いた解析が進み，様々な市場の統計性が明らかになった [1]. そこで，この統計性を再現する市場モデルの構築が期待されるが，そのようなモデルはまだない．本研究では，高安らによって提案された，閾値型のディーラーモデル [2] を改良することにより，為替市場の統計性を幅広く再現するモデルを構築した．

1 ディーラーモデルの概要と改良

ディーラーは市場に指値と呼ばれる買値 (b_j) と売値 $(s_j = b_j + L)$ を同時に提示する．L はスプレッドと呼ばれる売値と買値の差であり，各ディーラーで一定とする．ディーラーの買値，または売値を変化させるのは，買いたい，または売りたいと思う気持ち (a_j) と，市場の価格変化に対する反応 $(c_j \Delta P_{prev})$ である．ΔP_{prev} は直前の価格変動を表す．そこで以下のように，買値 (b_j) の発展方程式を定義する．

$$b_j(t+1) = b_j(t) + a_j + c_j \Delta P_{prev} \tag{1}$$

(1) 式の，a_j と c_j が各ディーラーの個性であり，初期値として乱数で与えられる．取引成立の条件や，モデルの詳細は，以下の本を参考にしていただきたい [3]. (1) 式を用いて，シミュレーションを行うと，価格差は，実際の市場と同じようにべき分布になり，その結果は解析的にも導出される [4]. しかし，ボラティリティーの長時間分布や，取引間隔の統計性に関しては再現できていなかった．そこで，以下のように，改良を試みた．

まず，取引が頻繁に行われている時間帯 (NY7:00〜12：00) では，取引間隔の累積確率は指数分布よりも裾野の延びた分布で，長時間の相関を持つ．また，以下のように，過去 150 秒を使って規格化した取引間隔 μ_i は，無相関の指数分布 (ポアソン過程) に従う [5]. ここで T_n は，取引間隔であり，$< T_n >_{150}$ は過去 150 秒間での取引間隔の平均値である．

$$\mu_{150,n} = \frac{T_n}{< T_n >_{150}} \tag{2}$$

旧モデルの取引間隔 (T) は，ほぼポアソン過程に従い，平均値は，a_j の他に，スプレッド (L) とディーラー数 (N) を用いて，以下の式のようになる．

$$< T > = \frac{L}{N < |a_j| >} \tag{3}$$

よって，

$$a_j(t_n) = a_j \cdot \frac{1}{< T_n >_{150}} \tag{4}$$

とすることで，実市場の取引間隔の統計性を満たすモデルになると考えられる．

次に，ディーラーは平均的に過去約 180 秒程度をみて取引を行い，その時，過去の重みは指

数的に減衰している [6]．つまり，ディーラーモデルでは，重みである w_k を指数関数として，

$$< \Delta P >_{180} \;=\; \sum_{t=0}^{180} \frac{w_k}{W} \Delta P_t \qquad (5)$$

とすればよい．ここで ΔP_t は t 秒前に起こった取引の価格差，N は過去180秒間に起こった取引数，W は w_k の和である．

2 結果

改良後のモデルで，$N = 100, a_j = (-0.1, 0.1), c_j = (-15.5, 15.5), L = 0.6, w_k = \exp(-0.1t)$ とパラメータを設定し，シミュレーションを行った結果を以下に示す．モデルの中で1stepは6秒と考えている．ここでは，紙面の関係上，ボラティリティー(価格差の絶対値)の統計性のみを図で示すが，表1のように，市場の統計性を幅広く再現できている．

	before	after
価格差の自己相関	△	◎
ボラティリティーの分布	◎	◎
ボラティリティーの自己相関	×	◎
取引間隔の分布	×	◎
取引間隔の自己相関	×	○

表 1: 改良前と後の結果．記号はそれぞれ以下の内容を表す．◎:定量的に満たす．○:定性的に満たす．×:満たさない．△:他の要件を定量的に満たそうとすると，満たさなくなってしまう．

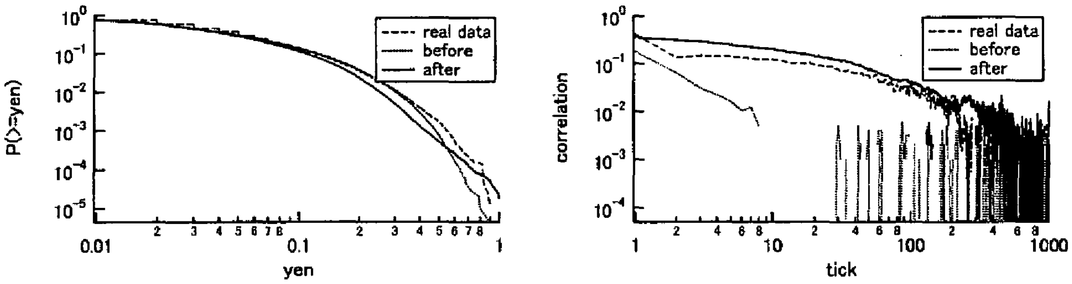

図 1: ボラティリティーの累積確率 (左) と自己相関関数 (右)．右の図で，beforeが途中で切れているのは，負の値をとっている為である．

参考文献

[1] T.Mizuno,S.Kurihara,M.Takayasu,and H.Takayasu, Physica A 324(2003), 296-302.

[2] H.Takayasu,H.Miura,H.Hirabayashi and K.Hamada, Physica A 184(1992),127-134.

[3] 高安秀樹，高安美佐子『エコノフィジックス―市場に潜む物理法則』日本経済新聞社，2001

[4] A.Sato and H.Takayasu, Physica A 250(1998),231-252.

[5] M.Takayasu,H.Takayasu,M.P.Okazaki, Proceedings of " Empirical Science of Financial Fluctuations " in Tokyo. (edited by H. Takayasu, Springer, 2001) 18-26.

[6] T.Ohnishi,T.Mizuno,K.Aihara,M.Takayasu, H.Takayasu,Physica A 344(2004), 207- 210.